

中华人民共和国国家标准

GB/T 23246—2009

电导率温度深度剖面仪

Conductivity-temperature-depth profiler

2009-03-11 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准的附录 C 和附录 D 为规范性附录,附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准由国家海洋局提出。

本标准由全国海洋标准化技术委员会(SAC/TC 283)归口。

本标准起草单位:国家海洋技术中心。

本标准主要起草人:李建国、张兆英、兰卉、吴明钰。

引 言

本标准采用了国际计量委员会颁布的国际温标 ITS-90,联合国教科文组织海洋科学技术报告第 36 号的国际实用盐标 PSS-78 和国际状态方程 EOS-80,以及第 44 号的海洋基本特性计算公式。

电导率温度深度剖面仪

1 范围

本标准规定了电导率温度深度剖面仪(以下简称 CTD 剖面仪)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于直读式 CTD 剖面仪和自容式 CTD 剖面仪,其他类型 CTD 剖面仪也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 12763.2 海洋调查规范 第 2 部分:海洋水文观测

GB/T 12763.7 海洋调查规范 第 7 部分:海洋调查资料交换

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

HY 016.2—1992 海洋仪器基本环境试验方法 低温试验

HY 016.3—1992 海洋仪器基本环境试验方法 低温贮存试验

HY 016.4—1992 海洋仪器基本环境试验方法 高温试验

HY 016.5—1992 海洋仪器基本环境试验方法 高温贮存试验

HY 016.7—1992 海洋仪器基本环境试验方法 恒定湿热试验

HY 016.11—1992 海洋仪器基本环境试验方法 振动试验

HY 016.12—1992 海洋仪器基本环境试验方法 冲击试验

HY 016.15—1992 海洋仪器基本环境试验方法 水静压力试验

HY/T 042 海洋仪器分类及型号命名办法

JJG 763 温盐深测量仪

UNESCO No. 36 联合国教科文组织海洋技术报告第 36 号(1981)

UNESCO No. 44 联合国教科文组织海洋技术报告第 44 号(1983)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电导率温度深度剖面仪 CTD profiler

用于自动测量海水电导率、温度和深度剖面的仪器。

3.2

用户软件 user software

用于完成 CTD 剖面仪的测量管理、参数计算和数据处理的 CTD 剖面仪专用程序。

4 产品分类与型号命名

产品的分类与型号命名按 HY/T 042 的规定执行。

5 技术要求

5.1 产品结构与外观要求

5.1.1 CTD剖面仪由水下单元和甲板单元两部分组成。水下单元包括传感器、转换控制电路与耐压水密容器。甲板单元包括接口装置、计算机和用户软件。

5.1.2 CTD剖面仪零部件的镀层和涂层应均匀、牢固,应无划痕、磨损、锈蚀和明显剥落现象;紧固件和接插件不应有松动和损伤。

5.2 产品基本参数

按照 GB/T 12763.2 对海洋水文观测准确度的规定,CTD剖面仪系列产品划分为三个等级,分别为:一级CTD剖面仪、二级CTD剖面仪和三级CTD剖面仪。CTD剖面仪系列产品的技术指标应分别符合表1、表2和表3的规定。

表 1 一级 CTD 剖面仪技术指标一览表

测量参数	测量范围	准确度	分辨率	响应时间
温度	(-2~35)℃	±0.003℃	0.001℃	70 ms
电导率	(0~70)mS/cm	±0.003 mS/cm	0.001 mS/cm	70 ms
压力	(0~60)MPa	±0.05% (满量程)	0.1 kPa	20 ms

表 2 二级 CTD 剖面仪技术指标一览表

测量参数	测量范围	准确度	分辨率
温度	(-2~35)℃	±0.05℃	0.01℃
电导率	(0~70)mS/cm	±0.05 mS/cm	0.01 mS/cm
压力	(0~10)MPa	±0.1% (满量程)	1.0 kPa

表 3 三级 CTD 剖面仪技术指标一览表

测量参数	测量范围	准确度	分辨率
温度	(-2~35)℃	±0.1℃	0.05℃
电导率	(0~70)mS/cm	±0.1 mS/cm	0.05 mS/cm
压力	(0~2)MPa	±0.5% (满量程)	2.0 kPa

5.3 工作深度

水下单元工作深度应符合表1、表2和表3中压力范围的规定。

5.4 数据采集传输

5.4.1 采样频率:信号采集频率应不小于1 Hz。

5.4.2 传输速率:串行数据传送,传输速率应不小于9 600 bit/s。

5.4.3 传输特性:误码率应不大于 3×10^{-6} 。

5.5 环境特性

5.5.1 工作环境:

——水下单元工作温度为(-5~35)℃;

——甲板单元工作温度为(0~50)℃,相对湿度应不大于95%。

5.5.2 储存温度: (-20~55)℃。

5.6 电源

CTD剖面仪采用交流供电或电池供电。

交流电源:电压(220±22)V,电流(0.5±0.03)A,频率(50±2.5)Hz。

电池电源:电压(5~22)V,容量(3~10)Ah。

5.7 电安全性

CTD剖面仪甲板单元的功能绝缘电阻应不小于 50 MΩ。

5.8 电磁干扰

CTD剖面仪甲板单元和水下单元产生的电磁辐射,在 80 MHz ~100 MHz 频率范围内,辐射强度应不大于 1 V/m。同时,应抵御 150 kHz~80 MHz 频率范围内,强度高达 3 V/m 的电磁干扰。

6 试验方法

6.1 试验仪器和设备

试验时应采用标准仪器(标准物质)和专用设备,其测量范围应满足 5.2 中的规定,分辨率应优于 5.2 中的要求,准确度应优于 5.2 中规定的 3 倍。本标准推荐的标准仪器和专用设备如表 4 所示。

表 4 标准仪器和专用设备推荐表

测试项目	标准仪器	准确度	专用设备	测试环境
电导率	实验室盐度计 (一级标准海水)	± 0.001 mS/cm	大型恒温盐槽	温度: (20±5)℃ 相对湿度: 不大于 70%
温度	一等铂电阻温度计 测温电桥	± 0.001 °C	大型恒温盐槽	
压力	标准双活塞精密压力计	$\pm 0.005\%$ (满量程)	恒温实验室	

6.2 外观检查

用目视或手感的方法检查 CTD 剖面仪,外观应符合 5.1.2 中的规定。

6.3 输出特性检查

连接 CTD 剖面仪的甲板单元与水下单元,进行通讯传输检查。在规定的时间内,检查采样的次数与传输的数据量,采样频率与传输速率应符合 5.4.1 与 5.4.2 中的规定。

6.4 一级 CTD 剖面仪计量性能测试

6.4.1 选定测试点

CTD 剖面仪的温度、电导率和深度测试点的选择如表 5 所示。

6.4.2 测试准备

为降温试验(自 35 °C 至 0 °C 降温)做准备。

进行温度和电导率测试时,首先向大型恒温海水槽注入盐度为 35 左右的海水,注入的海水数量应确保能将 CTD 剖面仪水下单元浸没;测试前,先将大型恒温海水槽中的海水加温至 35 °C 左右,进行控温。

表 5 测试点

测试项目	测 试 点	备 注
温度	在温度测量范围内,确定 6 至 8 个温度测试点,大致均布	降温试验
电导率	同温度测试点	盐度为 35 左右,降温试验
压力	在深度测量范围内,确定 6 至 8 个压力测试点,大致均布	升降压一个往返

6.4.3 测试要求

温度和电导率的测试应在大型恒温海水槽内进行,压力测试应在恒温实验室进行。

测试时,将被测 CTD 剖面仪放入海水槽内,浸没在海水中 300 mm 左右。在水槽内放置一等铂电阻温度计和海水取样管。

6.4.4 温度和电导率准确度测试

6.4.4.1 测试前应保证大型恒温海水槽温度达到平衡状态。首先进行 35℃ 测点的试验,在大型恒温海水槽温度达到测试温度点后,对其进行控温,当温度波动度小于或等于 0.000 5℃ 时,即达到温度平衡状态。

6.4.4.2 测试时记录和取样应在温度平衡状态下进行。

在 3 min 之内读取温度传感器和电导率传感器 10 组读数,分别作为温度示值和电导率示值。同时从测温电桥读取 10 组一等铂电阻温度计的读数,作为该测试点上的温度标准值。在读取温度标准值时,进行海水取样。用槽内海水冲洗采样瓶内壁和瓶盖 2 至 3 次,用取样管抽取 2 瓶至 3 瓶海水样品。采样瓶内的海水不宜太满,当达到容积的四分之三左右时快速封严采样瓶并编号,记录待用。

用实验室盐度计测量海水样品,每个样品读取 10 组读数。按照 UNESCO No. 44 提供的公式计算出电导率,作为该测试点上的电导率标准值。数据记录表格参见附录 A。

6.4.4.3 继续进行下一个测试点,重复 6.4.4.1 和 6.4.4.2 步骤,直到全部完成规定各点的测试。

6.4.5 测试数据的处理方法

6.4.5.1 温度测试数据的处理方法

根据 JJG 763 的有关规定进行温度测量的数据处理。依照式(1)计算温度测量误差:

$$\Delta T_j = t_j - T_j \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ΔT_j ——在第 j 个测点上的 CTD 剖面仪的温度测量误差值,单位为摄氏度(℃);

t_j ——在第 j 个测点上 CTD 剖面仪的 10 组温度示值的算术平均值,单位为摄氏度(℃);

T_j ——在第 j 个测点上的 10 组温度标准值的算术平均值,单位为摄氏度(℃);

$j(\text{测点})=1,2,3,\dots,8$;

选取绝对值最大的 ΔT_j 为温度测量误差,其范围应符合 5.2 的要求。

6.4.5.2 电导率测试的数据处理方法

根据 JJG 763 的有关规定进行电导率测量的数据处理。依照式(2)计算电导率测量误差:

$$\Delta C_j = c_j - C_j \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ΔC_j ——在第 j 个测点上 CTD 剖面仪的电导率测量误差值,单位为毫西门子每厘米(mS/cm);

c_j ——在第 j 个测点上 CTD 剖面仪的 10 组电导率示值的算术平均值,单位为毫西门子每厘米(mS/cm);

C_j ——在第 j 个测点的 10 组电导率标准值的算术平均值,单位为毫西门子每厘米(mS/cm);

$j(\text{测点})=1,2,3,\dots,8$;

选取绝对值最大的 ΔC_j 为电导率测量误差,其范围应符合 5.2 的要求。

6.4.6 压力准确度的测试

6.4.6.1 压力准确度的测试方法

将压力传感器与标准双活塞精密压力计相连。首先按表 5 的测试点,自低压向高压进行测试,然后按表 5 的测试点,自高压向低压进行测试。在每个测试点的升降压过程各读取 10 组活塞压力计和压力传感器的数据,分别作为该测试点上的压力标准值和 CTD 剖面仪的压力示值。数据记录表格参见附录 A。

6.4.6.2 压力测试数据的处理方法

根据 JJG 763 的有关规定首先进行压力测量的数据处理。依据式(3)计算压力测量误差:

$$\Delta P_j = p_j - P_j \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ΔP_j ——CTD 剖面仪在第 j 个测点的压力测量误差,单位为兆帕(MPa);

p_j ——CTD 剖面仪在第 j 个测点的 10 组压力示值的算术平均值,单位为兆帕(MPa);

P_j ——标准活塞压力计在第 j 个测点的 10 组压力标准值的算术平均值,单位为兆帕(MPa);

j (测点)=1,2,3,⋯,8;

选取其绝对值最大的 ΔP_j 为压力测量误差,其误差范围应符合 5.2 的要求。

6.4.7 分辨率测试

在每个测试点测试时,应同时测试 CTD 剖面仪的分辨率。当大型恒温海水槽温度处于平衡状态时,即温度波动度约 0.000 5 ℃,测试海水的电导率、温度和压力。电导率、温度和压力传感器示值的分辨率均应符合 5.2 的要求。

6.5 二级 CTD 剖面仪和三级 CTD 剖面仪计量性能测试

二级、三级 CTD 剖面仪的测试方法与一级 CTD 剖面仪的测试方法基本相同,只是对试验设备的要求相应降低,水槽的稳定度与波动度以及试验仪器的准确度也相应降低。二级、三级 CTD 剖面仪的测量范围和分辨率应分别符合 5.2 中的规定,试验仪器的准确度应为 5.2 中规定的 3 倍。

6.6 环境试验

环境试验的项目、依据标准与试验条件见表 6。

表 6 CTD 剖面仪环境试验

试验项目	依据标准	试验条件
低温贮存试验	HY 016.3—1992	−40 ℃, 10 h
低温试验	HY 016.2—1992	−10 ℃, 2 h
高温贮存试验	HY 016.5—1992	55 ℃, 8 h
高温试验	HY 016.4—1992	50 ℃, 2 h
冲击试验	HY 016.12—1992	100 m/s ² , XYZ 轴 3 次(甲板单元), Y 轴 3 次(水下单元)
振动试验	HY 016.11—1992	(2~13.2) Hz, 1 mm, (13.2~80) Hz, 7 m/s ² , 循环 20 次
恒定湿热试验	HY 016.7—1992	(40±2) ℃, 相对湿度(90~96)%, 2×24 h
水静压力试验	HY 016.15—1992	取最大深度工作压力 1.25 倍, 保压 1 h

进行高、低温贮存试验后,CTD 剖面仪外观应无划痕、磨损、锈蚀和明显剥落现象;紧固件和接插件不应有松动和损伤。CTD 剖面仪通电后应能正常实现测量、通讯等功能。

进行冲击、振动试验和水静压力试验后,CTD 剖面仪外观应无划痕、磨损、锈蚀和明显剥落现象;紧固件和接插件不应有松动和损伤。

高低温试验过程中及试验后通电检查,CTD 剖面仪应能正常实现测量、通讯等功能。

6.7 误码率检验

对水下单元与甲板单元误码率的检测,由用户软件中的误码率测试程序来实现。在 CTD 剖面仪工作状态下,启动误码率测试程序。首先,输入任意 2 个数字作为标准码。然后,进行下列测试:甲板单元将标准码向水下单元发送,水下单元接收到后,立即将标准码再发送到甲板单元,由甲板单元接收,记录并进行比较、处理,持续 5 min 发送与接收该标准码。最后,统计非标准码的个数。误码率由式(4)计算。

$$\lambda = k/N \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

λ ——误码率;

k ——接收的非标准码个数;

N ——发送的标准码个数。

误码率 λ 应符合 5.4.3 要求。

6.8 电磁兼容试验

按照 GB/T 17626.3 与 GB/T 17626.6 规定的方法进行试验,试验结果应符合 5.8 要求。

6.9 电安全性检验

按照 GB 9254,利用兆欧表或绝缘测试仪器,测量 CTD 剖面仪的机壳与交流电源的地之间的绝缘电阻,绝缘电阻应符合 5.7 要求。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 CTD 剖面仪应逐台进行出厂检验。

7.1.2 出厂检验按 5.1 至 5.4、5.6 和 5.7 的要求逐项进行。

7.1.3 出厂检验中有一项检验项目不合格时,即判该产品不合格。

7.1.4 产品检验合格后,方可出厂。

7.2 型式检验

7.2.1 CTD 剖面仪有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 正式生产后,如设计、工艺、结构、材料有较大改变时;
- b) 转产或长期停产后,再次投产时;
- c) 批量试制或生产,进行抽检或评定考核时;
- d) 出厂检验结果与上次的型式检验有较大差异时;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.2.2 型式检验应按 5.1 至 5.8 和 6.6 的要求逐项进行。

7.2.3 型式检验的样品应从经出厂检验合格的产品中随机抽取,一般数量为 3 台,少于 3 台时应全部检验。

7.2.4 在型式检验中,若有两台或两台以上不合格时,则判该批型式检验不合格;若有一台不合格时,则应加倍抽样进行不合格项目复检,其后仍有不合格时,则判该批型式检验不合格;若全部检验合格,该批型式检验产品应判为合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 铭牌标志

每台 CTD 剖面仪的甲板单元面板和水下单元外壳上均应有铭牌,铭牌标识至少应有以下内容:

- a) 产品名称、型号;
- b) 主要参数;
- c) 制造单位;
- d) 出厂编号、日期。

8.1.2 包装标志

CTD 剖面仪的包装箱表面应标志以下内容:

- a) 产品名称、型号、件数;
- b) 箱体尺寸(mm):长×高×宽;
- c) 箱体净重或毛重(kg);
- d) 运输作业安全标志。

8.2 包装

8.2.1 CTD 剖面仪应用专用包装箱包装。包装箱应坚实可靠、经济美观,内部结构应具有加固减震功能。

8.2.2 CTD 剖面仪包装时应附有下列随机物品：

- a) 产品合格证；
- b) 用户软件光盘；
- c) 产品使用说明书；
- d) 装箱单；
- e) 专用工具和必要的备件；
- f) 其他有关的技术资料。

8.3 运输

8.3.1 包装好的 CTD 剖面仪，应能适应任何交通工具运输。

8.3.2 敞篷运输时应遮蔽货物，防尘、防雨。装卸时，应轻拿轻放。

8.4 贮存

8.4.1 CTD 剖面仪应贮存在温度为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于 95% 的室内，周围无腐蚀性气体和粉尘，无强电磁场和强烈振动，避免较强的冲击或碰撞，产品不应倒立或倒放。

8.4.2 温度低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，应确保电导率传感器玻璃管中干燥，无任何水分。

9 数据处理

9.1 数据采集

数据格式应符合 GB/T 12763.7 的有关规定。

甲板单元与水下单元的通讯应采用 CTD 剖面仪硬件语言进行。硬件语言参见附录 B。

9.2 用户软件

9.2.1 测量管理

CTD 剖面仪的用户软件应该具备测量管理、参数计算与数据处理的功能。测量管理应包括如下功能：

- a) 设置工作参数，显示仪器状态；
- b) 测试误码率，仪器自校；
- c) 回放测量数据，编辑处理存档。

测量管理应生成如下三类文件：表头文件、初始化文件和原始数据文件。

表头文件主要包括站位、时间、地点和仪器状态信息。

初始化文件主要包括仪器传感器定标参数信息。

原始数据文件主要包括仪器所有的测量参数以及每次测量相对应的时间信息。

9.2.2 参数计算

参数计算应实现以下功能：

- a) 生成工程量文件，将原始数据文件由用户软件的转换程序进行转换，形成工程量文件，内容应包括电压、频率等工程数字量，并带有时间坐标信息；
- b) 生成物理量文件，将工程量文件由用户软件的计算程序进行计算，形成物理量文件，内容应包括电导率、温度和压力等物理量，并带有时间坐标信息；
- c) 生成派生量文件，按照 UNESCO No. 44 的海水基本特性计算公式，将物理量文件进行计算，形成派生量文件，内容应包括盐度、深度和密度等派生量，并带有时间坐标信息。

9.2.3 数据处理

数据处理应具有如下功能：剔除粗大误差、数字滤波、平均、滞后订正以及消除逆压等。

9.3 数据处理有关要求

数据处理应符合以下要求。

- a) 关于参数单位规定如下：

温度——℃

电导率——mS/cm

压力——MPa

频率——Hz

电压——V

b) 关于计算公式规定如下:

海水的温度、电导率和压力由用户软件的计算程序计算。

海水的温度应采用 ITS-90 温标。

海水的盐度采用 PSS-78 盐标。盐度计算公式见附录 C。

海水的深度由计算取得。深度计算公式见附录 D。

海水的密度采用 UNESCO No. 36 的 EOS-80 计算。

海水的声速、动力高度等其他物理海洋参数,采用 UNESCO No. 44 的海水基本特性计算公式进行计算。

c) 关于计算公式中的换算关系如下:

压力换算关系采用以下公式:

$$1 \text{ dbar} = 0.01 \text{ MPa} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

dbar——分巴;

MPa——兆帕。

温标换算关系采用以下公式:

$$T_{68} = 1.000\,24 \times T_{90} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

T_{68} ——IPTS-68 温标;

T_{90} ——ITS-90 温标。

d) 数据结构应按照 GB/T 12763.7 和 CTD 剖面仪的技术指标,确定剖面仪数据的有效位数。

附 录 A
(资料性附录)

CTD 剖面仪测试数据记录表

表 A.1 电导率传感器测试数据记录表

仪器名称： 仪器序号： 仪器产地：
盐度计名称： 盐度计型号：

测点序号	测点温度	传感器示值	示值平均值 <i>x</i>	盐度计标准值	标准值平均值	电导率标准值 <i>y</i>	误差 (<i>x</i> — <i>y</i>)
1							

....

8							

记录： 复核： 年 月 日

表 A.2 温度传感器测试数据记录表

仪器名称：仪器序号：仪器产地：

电桥名称：电桥型号：

测点序号	测点温度	传感器示值	示值平均值 x	测温电桥标准值	标准值平均值	温度标准值 y	误差 $(x-y)$
1							

....

8							

记录：复核：

年 月 日

表 A.3 压力传感器测试数据记录表

仪器名称：仪器序号：仪器产地：

压力计名称：压力计型号：

测点序号	测点压力	传感器示值	示值平均值 <i>x</i>	压力计标准值	标准值平均值 <i>y</i>	误差 (<i>x</i> − <i>y</i>)
1						

....

8						

记录：复核：年 月 日

附 录 B
(资料性附录)
CTD 剖面仪硬件语言

B.1 采集器命令

采集器命令如下：

- a) 查询工作状态命令 格式:AH ↓;
- b) 显示仪器状态命令 格式:ADS ↓;
- c) 设置日期命令 格式:ADAT□YYMMDD ↓;
- d) 设置时间命令 格式:ATIM□HHMMSS ↓;
- e) 设置站号命令 格式:ASTA□XXXX ↓(XXXX 为四位站号);
- f) 采集模式命令 格式:ACQM□N ↓;
- g) 测量开始命令 格式:AMS ↓;
- h) 测量结束命令 格式:AME ↓。

B.2 数据格式

B.2.1 数据帧

测量开始后,每秒钟发送 24 帧数据。在接收到测量结束命令后,停止发送数据帧。每一数据帧包括 16 个字节,第一个字节为数据帧的标志字,其余 15 个字节定义采集器采集的 CTD 剖面仪的传感器测量数据。

B.2.2 状态帧

收到测量开始命令,立即向甲板单元发送状态帧,作为状态帧系列的第一帧。正常测量后,每间隔 10 分钟发一帧。收到测量结束命令后,立即向甲板单元发送状态帧,作为状态帧系列的最后一帧。每一状态帧包括 16 个字节,第一个字节为状态帧的标志字,其余 15 字节定义 CTD 剖面仪的状态信息。

附 录 C
(规范性附录)
盐度计算公式

盐度的计算公式如下:

$$S = \sum_{i=0}^5 a_i R_t^{i/2} + \frac{t-15}{1+k(t-15)} \sum_{i=0}^5 b_i R_t^{i/2} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

S ——盐度;

a_0 ——0.008 0;

a_1 ——-0.169 2;

a_2 ——25.385 1;

a_3 ——14.094 1;

a_4 ——-7.026 1;

a_5 ——2.708 1;

k ——0.016 2;

b_0 ——0.000 5;

b_1 ——-0.005 6;

b_2 ——-0.006 6;

b_3 ——-0.037 5;

b_4 ——0.063 6;

b_5 ——-0.014 4。

有效范围: $2 < S < 42$

式(C.1)中 R_t 的计算公式如下:

$$R_t = \frac{R}{R_p \cdot r_t} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式(C.2)中 R 的计算公式如下:

$$R = \frac{C(S, t, p)}{C(35, 15, 0)} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$C(S, t, p)$ ——CTD 剖面仪的电导率;

$C(35, 15, 0)$ ——盐度为 35 的标准海水的电导率;

式(C.2)中 R_p 的计算公式如下:

$$R_p = 1 + \frac{e_1 p + e_2 p^2 + e_3 p^3}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 R + d_4 t R} \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

e_1 —— 2.070×10^{-5} ;

e_2 —— -6.370×10^{-10} ;

e_3 —— 3.989×10^{-15} ;

d_1 —— 3.426×10^{-2} ;

d_2 —— 4.464×10^{-4} ;

d_3 —— 4.215×10^{-1} ;

d_4 —— -3.107×10^{-3} ;

t ——温度($^{\circ}\text{C}$);

p ——压力(dbar)。

式(C.2)中 r_t 的计算公式如下:

$$r_t = c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + c_3 t^3 + c_4 t^4 \quad \dots\dots\dots (\text{C.5})$$

式中:

c_0 ——0.676 609 7;

c_1 —— $2.005\ 64 \times 10^{-2}$;

c_2 —— $1.104\ 259 \times 10^{-4}$;

c_3 —— $-6.969\ 8 \times 10^{-7}$;

c_4 —— $1.003\ 1 \times 10^{-9}$ 。

注: 温度采用 IPTS-68 温标。温度有效范围: $-2\ ^{\circ}\text{C} < t < 35\ ^{\circ}\text{C}$
压力单位为 dbar。压力有效范围: $0\ \text{dbar} < t < 10\ 000\ \text{dbar}$
盐度单位: 无。盐度有效范围: $2 < t < 42$

附 录 D
(规范性附录)
深度计算公式

深度 Z 的计算公式如下:

$$Z = \frac{C_1 p + C_2 p^2 + C_3 p^3 + C_4 p^4}{g(\phi) + \frac{1}{2} \gamma' p} + \frac{\Delta D}{9.8} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

Z ——深度(m);

p ——压力(dbar);

C_1 ——9.726 59;

C_2 —— $-2.251\ 2 \times 10^{-5}$;

C_3 —— 2.279×10^{-10} ;

C_4 —— -1.82×10^{-15} ;

γ' —— 2.184×10^{-6} (m/s²/dbar);

$\Delta D/9.8$ ——计算时忽略不计;

$g(\phi)$ ——海面重力加速度(m·s⁻²), $g(\phi)$ 的计算公式如下:

$$g(\phi) = 9.780\ 318(1.0 + 5.278\ 8 \times 10^{-3} \sin^2 \phi + 2.36 \times 10^{-5} \sin^4 \phi) \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

ϕ ——纬度。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

电导率温度深度剖面仪

GB/T 23246—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

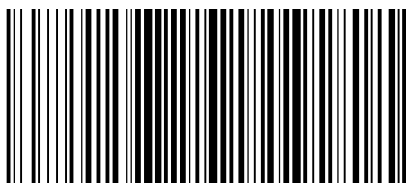
开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 31 千字
2009年6月第一版 2009年6月第一次印刷

*

书号: 155066·1-37137

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 23246—2009